

RECORDING/REPRODUCING DEVICE AND METHOD THEREOF

Patent Number: JP10261241
Publication date: 1998-09-29
Inventor(s): ABE TSUGUHIRO
Applicant(s): SONY CORP
Requested Patent: ☐ JP10261241
Application Number: JP19970065851 19970319
Priority Number(s):
IPC Classification: G11B7/135; G11B7/00; G11B7/20
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To contemplate the realization of a miniature device capable of reproducing both DVD(digital versatile disk) and CD(compact disk)-R.
SOLUTION: A laser chip 21B emitting the laser beam of 650nm wavelength at the time of reproducing the DVD 41B is arranged on an optical axis of a dioptic objective lens 26. A laser chip 21A emitting the laser beam of 780nm wavelength at the time of reproducing the CD 41A is arranged out of the optical axis. The laser beam emitted from the laser chip 21A for reproducing the CD is diffracted by a holographic optical element(HOE) 25a for synthesizing an optical path and synthesized on the optical axis by correcting the coma aberration. The spherical aberration of this beam is corrected by an HOE 25b then the beam, is made incident on the CD 41A through the dioptic objective lens 26.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-261240

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月29日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 1 1 B 7/135
7/20G 1 1 B 7/135
7/20

Z

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号

特願平9-65850

(22) 出願日

平成9年(1997) 3月19日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 阿部 岡弘

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72) 発明者 鈴木 潤一

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72) 発明者 日根野 哲

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 稲本 義雄

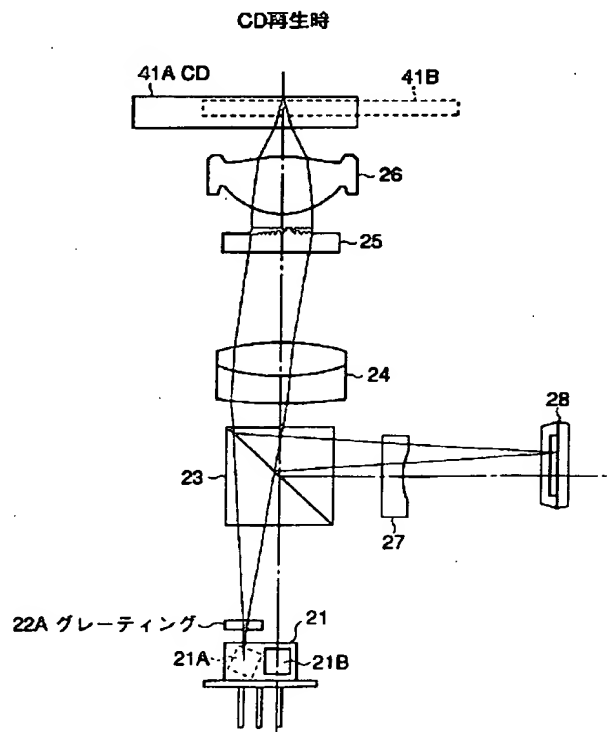
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 記録再生装置および方法

(57) 【要約】

【課題】 DVDとCD-Rを再生可能にするとともに、より小型化を可能にする。

【解決手段】 DVD 41Bを再生するための650nmの波長のレーザ光を出射するレーザチップ21Bを、屈折型対物レンズ26の光軸上に配置する。CD 41Aを再生するための780nmのレーザ光を出射するレーザチップ21Aを、屈折型対物レンズ26の光軸外に配置する。ホログラフィック光学素子25でレーザチップ21Aより出射されたレーザ光のコマ収差と球面収差を補正する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の長さの波長の光により情報が記録または再生される第 1 の記録媒体と、第 2 の長さの波長の光により情報が記録または再生される第 2 の記録媒体に対して、情報を記録または再生する記録再生装置において、

前記第 1 の長さの波長の光または第 2 の長さの波長の光を、前記第 1 の記録媒体または第 2 の記録媒体に集束して照射する集束手段と、

前記集束手段の光軸外に配置され、前記第 1 の長さの波長の光を発生する第 1 の発生手段と、

前記集束手段の光軸上に配置され、前記第 2 の長さの波長の光を発生する第 2 の発生手段と、

前記第 1 の長さの波長の光を、そのコマ収差を補正して、前記集束手段の光軸上に案内する補正手段と、前記第 1 の記録媒体または第 2 の記録媒体により反射された第 1 の長さの波長の光または第 2 の長さの波長の光を受光する受光手段とを備えることを特徴とする記録再生装置。

【請求項 2】 前記第 1 の記録媒体と第 2 の記録媒体は、それぞれ異なる厚さの基板を有し、前記補正手段は、前記第 1 の長さの波長の光の球面収差も補正することを特徴とする請求項 1 に記載の記録再生装置。

【請求項 3】 前記補正手段は、ホログラフィック光学素子であることを特徴とする請求項 1 に記載の記録再生装置。

【請求項 4】 前記補正手段は、前記第 1 の長さの波長の光に位相差を与え、前記第 2 の長さの波長の光には実質的に位相差を与えない高さの 3 段以上の階段形状を有する鋸波形状の凹凸が、同心円状に、かつ、偏心した状態で形成された位相変調手段を有することを特徴とする請求項 3 に記載の記録再生装置。

【請求項 5】 前記補正手段は、前記階段の 1 段の高さ d が、前記ホログラフィック光学素子の基板の屈折率を n 、正の整数を p 、第 2 の長さの波長を λ_2 とするとき、次式、

$$d = p \lambda_2 / (n - 1)$$

を満足するか、またはその近傍の値であることを特徴とする請求項 4 に記載の記録再生装置。

【請求項 6】 前記補正手段においては、前記第 1 の長さの波長の光の正または負の 1 次回折効率が、他の次数の回折効率より、充分大きくなるように、前記階段の段数 N と高さ d が設定されていることを特徴とする請求項 5 に記載の記録再生装置。

【請求項 7】 前記補正手段においては、前記第 1 の長さの波長の光の 0 次回折効率と正または負の 1 次回折効率が、ほぼ等しくなるように、前記階段の段数 N と高さ d が設定されていることを特徴とする請求項 5 に記載の記録再生装置。

【請求項 8】 前記補正手段は、その位相変調手段が、前記集束手段の有効径より小さい範囲に形成されていることを特徴とする請求項 4 に記載の記録再生装置。

【請求項 9】 前記受光手段は、前記補正手段を透過する前記第 1 の長さの波長の 0 次回折成分または前記補正手段を透過する前記第 2 の長さの波長の 0 次回折成分を受光することを特徴とする請求項 4 に記載の記録再生装置。

【請求項 10】 前記補正手段は、第 1 の厚さを有する第 1 の記録媒体の記録面に、前記第 1 の長さの波長の光が前記集束手段により集束されて生成される光スポットと、第 2 の厚さを有する第 2 の記録媒体の記録面に、前記第 2 の長さの波長の光が前記集束手段により集束されて生成される光スポットの光学的位置が一致するように最適化されていることを特徴とする請求項 9 に記載の記録再生装置。

【請求項 11】 前記第 1 の発生手段と第 2 の発生手段は、1 つのパッケージ内に組み込まれていることを特徴とする請求項 1 に記載の記録再生装置。

【請求項 12】 前記受光手段が、前記パッケージ内にさらに組み込まれていることを特徴とする請求項 11 に記載の記録再生装置。

【請求項 13】 第 1 の長さの波長の光により情報が記録または再生される第 1 の記録媒体と、第 2 の長さの波長の光により情報が記録または再生される第 2 の記録媒体に対して、前記第 1 の長さの波長の光または第 2 の長さの波長の光を、集束手段により集束して照射し、情報を記録または再生する記録再生方法において、前記第 1 の長さの波長の光を発生する第 1 の発生手段を、前記集束手段の光軸外に配置するステップと、前記第 2 の長さの波長の光を発生する第 2 の発生手段を、前記集束手段の光軸内に配置するステップと、前記第 1 の長さの波長の光を、そのコマ収差を補正して、前記集束手段の光軸上に案内するステップと、前記第 1 の記録媒体または第 2 の記録媒体により反射された第 1 の長さの波長の光または第 2 の長さの波長の光を受光するステップとを備えることを特徴とする記録再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、記録再生装置および方法に関し、特に、第 1 の波長の光と、第 2 の波長の光を用いて、それぞれ異なる記録媒体に対して、情報を記録または再生する場合に、より小型化できるようにした記録再生装置および方法に関する。

【0002】

【従来の技術】光を利用して情報を記録または再生する記録媒体として、コンパクトディスク (CD) (商標)、CD-ROM、CD-R などの光ディスクが普及しているが、最近では、その他に、大容量のデータを記

録するDVD (Digital Versatile Disc) などの新たな記録媒体が開発されつつある。

【0003】このような光ディスクからデジタル情報を読み出す場合、レーザ光を記録媒体に集光し、記録媒体からの反射光を検出し、反射光のレベルを2値データに変換する。

【0004】高密度の光ディスクにおいては、短波長のレーザ光を利用し (例えば、CDを再生する場合、波長 $\lambda=780\text{nm}$ とされ、より高密度にデータが記録されているDVDを再生する場合、 $\lambda=635$ 乃至 650nm とされる)、開口数 (NA) の大きい (例えば、CDを再生する場合、 $\text{NA}=0.45$ とされ、DVDを再生する場合、 $\text{NA}=0.6$ とされる) 対物レンズを使用してレーザ光をより狭い範囲に収束させ、その反射光を受光して、記録されている情報を再生する。

【0005】そのような開口数 (NA) の大きい対物レンズを使用すると、光ディスクの傾き (スキュー) に起因して、反射光における収差量が増大するため、DVDではCDにおける場合より基板を薄く設計し (CDの1.2mmに対し、DVDでは0.6mm)、反射光におけ

る収差量を低減している。

【0006】以上のような、対物レンズのNAとレーザ光の波長 λ の値に応じて規定される集光スポットのサイズ (λ/NA に比例する) の違い、および、光ディスクの基板の厚さに応じて生じる球面収差の量の違いにより、従来のCDに記録されている情報を読み出す光学系を、そのまま、DVDの再生に利用することは困難であり、その逆に、DVD用に設計した光学系をCDの再生にそのまま利用することも困難である。

【0007】しかしながら、今後、CDなどの従来の光ディスクと、DVDなどの高密度の光ディスクは共存していくものと考えられるので、それらの光ディスクを再生する場合、光ディスクの種類毎に専用の再生装置を用意しなければならないとすれば不便である。

【0008】そこで、このような記録密度と基板の厚さが異なる複数の光ディスクを1つの装置で再生する方法がいくつか提案されている。

【0009】そのうちの1つとして、対物レンズと、ホログラフィック光学素子 (HOE) を組み合わせる方法が、例えば、特開平7-98431号公報に開示されている。図29は、同公報に記載の技術の原理を表している。すなわち、同図に示すように、例えば650nmの波長のレーザ光が、HOE101と対物レンズ102を介して、CD103またはDVD104に照射される。HOE101には、図30に示すように、同心円状の鋸歯状または階段状の凹凸よりなる輪帯構造が形成されている。その結果、図31に示すように、入射された650nmの波長の光が0次回折光 (透過光) と1次回折光に分割される。0次回折光は、DVD用とされ、1次回折光は、CD用とされる。それ以外の次数の回折光は、実質

的に殆ど0となるように、HOE101は最適化されている。

【0010】対物レンズ102は、DVD104に最適化されている。その結果、HOE101を透過した0次回折光は、図29に示すように、対物レンズ102により、基板の厚さが0.6mmのDVD104の情報記録面上に集束される。また、HOE101の輪帯のピッチは、1次回折光が、対物レンズ102を経て、厚さが約1.2mmの基板を有するCD103に集束されるとき、DVD104との基板厚の違いによる球面収差を補正するように最適化されている。また、この輪帯の径は、CD103に最適なNAが得られるように、対物レンズ102の有効径より小さい領域に形成してある。その結果、対物レンズ102を透過した1次回折光は、情報記録面上に回折限界まで集光され、良好な光スポットが形成される。

【0011】また、このHOE101の輪帯のピッチは、CD103の光スポットがDVD104の光スポットから光軸方向に数百 μm 離れるように最適化してあるため、各光スポットが他方の再生RF信号に影響を与えないようになされている。

【0012】しかしながら、このようなピックアップにおいては、使用されている波長が650nmと短いため、通常のCDは再生できても、CD-Rを再生することができない。すなわち、再生だけでなく書き込みも可能なCD-Rは、780nmの帯域の波長を反射するように形成されており、DVDで用いる650nmの長さの波長は、殆ど吸収してしまうからである。

【0013】そこで、本出願人は、例えば特願平8-121337号として、CD-Rを含むCDとDVDの両方を再生することが可能なピックアップを提案した。図32と図33は、その構成例を表している。図32は、DVD104を再生する場合の光学系を表しており、図33は、CD103を再生する場合の光学系の状態を表している。

【0014】DVD104を再生する場合には、図32に示すように、780nmの波長のレーザ光を発生する放射光源111Bはオフされる。そして、650nmの波長のレーザ光を発生する放射光源111Aがオンされる。放射光源111Aより出射されたレーザ光は、グレーティング112Aにより、実質的に3本のレーザ光に分割された後、ダイクロイックプリズム (DP) 113と偏光ビームスプリッタ (PBS) 114を透過して、コリメータレンズ115に入射される。コリメータレンズ115は、入射された発散光を平行光に変換して、 $\lambda/4$ 板116を介して、HOE117に入射させる。屈折型対物レンズ118は、DVD104に最適化されて設計されている。従って、HOE117は、屈折型対物レンズ118により、CD103に集束される780nmの波長の光の球面収差を補正するように最適化されており、

650nmの波長の光には、実質的に機能しない。

【0015】すなわち、図34に拡大して示すように、HOE117は、波長650nmのレーザ光をほぼ100%透過する。すなわち、HOE117からは、0次回折光が出射される。このレーザ光は、屈折型対物レンズ118により集束され、0.6mmの厚さの基板を有するDVD104の情報記録面上に集光される。屈折型対物レンズ118は、DVD104にレーザ光を照射したとき、球面収差が発生しないように最適化されているので、DVD104上の集光スポットは、回折限界まで絞られた集光スポットとなる。

【0016】これに対して、CD103を再生する場合には、図33に示すように、650nmの波長のレーザ光を発生する放射光源111Aがオフされ、その代わりに、780nmの波長のレーザ光を発生する放射光源111Bがオンされる。このレーザ光は、グレーティング112Bを介して、ダイクロイックプリズム113に入射される。このダイクロイックプリズム113は、波長650nmのレーザ光は透過するが、波長780nmのレーザ光は反射する。その結果、ダイクロイックプリズム113で反射されたレーザ光が、偏光ビームスプリッタ114、コリメータレンズ115、 $\lambda/4$ 板116を介して、HOE117に入射される。

【0017】図35に示すように、HOE117の輪帯ピッチは、780nmの1次回折光と屈折型対物レンズ118との組み合わせによるDVD104とCD103の基板厚の差による球面収差を補正するように最適化されている。また、HOE117上の回折光は、CD103のNAに合うようにDVD104に対する屈折型対物レンズ118の瞳径よりも小さな領域にのみ作成されている。その結果、780nmのレーザ光は、CD103の情報記録面上に、回折限界まで絞られた集光スポットを形成するように照射される。その結果、迷光や光の利用効率の低下の殆どない安定した再生が可能となる。

【0018】CD103またはDVD104で反射されたレーザ光は、屈折型対物レンズ118、HOE117、 $\lambda/4$ 板116、コリメータレンズ115を介して、偏光ビームスプリッタ114に入射される。ディスクからの戻り光は、ディスクへの入射光に較べて、 $\lambda/4$ 板116を往復しているので、偏光面が90度回転することになる。その結果、戻り光は、偏光ビームスプリッタ114で反射され、マルチレンズ119を介して、フォトダイオード(PD)120に入射される。フォトダイオード120の出力から、ディスクに記録されている情報を再生することができる。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、先に提案した発明においては、異なる波長のレーザ光を発生する2つの放射光源111A、111Bを、それぞれ屈折型対物レンズ118の光軸内に配置するようにしている

ため、光軸を約90度に分割するためのダイクロイックプリズム113を必要とし、部品点数が多くなり、コスト高となるばかりでなく、装置が大型化する課題があった。

【0020】本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、CD-Rを再生できるようにするとともに、より小型化を可能とするものである。

【0021】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の記録再生装置は、第1の長さの波長の光または第2の長さの波長の光を、第1の記録媒体または第2の記録媒体に集束して照射する集束手段と、集束手段の光軸外に配置され、第1の長さの波長の光を発生する第1の発生手段と、集束手段の光軸上に配置され、第2の長さの波長の光を発生する第2の発生手段と、第1の長さの波長の光を、そのコマ収差を補正して、集束手段の光軸上に案内する補正手段と、第1の記録媒体または第2の記録媒体により反射された第1の長さの波長の光または第2の長さの波長の光を受光する受光手段とを備えることを特徴とする。

【0022】請求項13に記載の記録再生方法は、第1の長さの波長の光を発生する第1の発生手段を、集束手段の光軸外に配置するステップと、第2の長さの波長の光を発生する第2の発生手段を、集束手段の光軸内に配置するステップと、第1の長さの波長の光を、そのコマ収差を補正して、集束手段の光軸上に案内するステップと、第1の記録媒体または第2の記録媒体により反射された第1の長さの波長の光または第2の長さの波長の光を受光するステップとを備えることを特徴とする。

【0023】請求項1に記載の記録再生装置および請求項13に記載の記録再生方法においては、第1の長さの波長の光を発生する第1の発生手段が、集束手段の光軸外に配置され、第2の長さの波長の光を発生する第2の発生手段が、集束手段の光軸内に配置される。そして、第1の長さの波長の光が、コマ収差を補正して、集束手段の光軸上に案内される。

【0024】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を説明するが、特許請求の範囲に記載の発明の各手段と以下の実施の形態との対応関係を明らかにするために、各手段の後の括弧内に、対応する実施の形態(但し一例)を付加して本発明の特徴を記述すると、次のようになる。但し勿論この記載は、各手段を記載したものに限定することを意味するものではない。

【0025】請求項1に記載の記録再生装置は、第1の長さの波長の光または第2の長さの波長の光を、第1の記録媒体(例えば図3のCD41A)または第2の記録媒体(例えば図2のDVD41B)に集束して照射する集束手段(例えば図2の屈折型対物レンズ26)と、集束手段の光軸外に配置され、第1の長さの波長の光を発生

生する第 1 の発生手段（例えば図 3 のレーザチップ 2 1 A）と、集束手段の光軸上に配置され、第 2 の長さの波長の光を発生する第 2 の発生手段（例えば図 2 のレーザチップ 2 1 B）と、第 1 の長さの波長の光を、そのコマ収差を補正して、集束手段の光軸上に案内する補正手段（例えば図 3 の H O E 2 5）と、第 1 の記録媒体または第 2 の記録媒体により反射された第 1 の長さの波長の光または第 2 の長さの波長の光を受光する受光手段（例えば図 2 のフォトダイオード 2 8）とを備えることを特徴とする。

【 0 0 2 6 】請求項 4 に記載の記録再生装置は、補正手段は、第 1 の長さの波長の光に位相差を与え、第 2 の長さの波長の光には実質的に位相差を与えない高さの 3 段以上の階段形状を有する鋸波形状の凹凸が、同心円状に、かつ、偏心した状態で形成された位相変調手段（例えば図 4 の位相部 2 5 A）を有することを特徴とする。

【 0 0 2 7 】請求項 1 3 に記載の記録再生方法は、第 1 の長さの波長の光を発生する第 1 の発生手段（例えば図 3 のレーザチップ 2 1 A）を、集束手段（例えば図 2 の屈折型対物レンズ 2 6）の光軸外に配置するステップと、第 2 の長さの波長の光を発生する第 2 の発生手段（例えば図 2 のレーザチップ 2 1 B）を、集束手段の光軸内に配置するステップと、第 1 の長さの波長の光を、そのコマ収差を補正して、集束手段の光軸上に案内するステップと、第 1 の記録媒体または第 2 の記録媒体により反射された第 1 の長さの波長の光または第 2 の長さの波長の光を受光するステップとを備えることを特徴とする。

【 0 0 2 8 】図 1 は、本発明の記録再生装置の実施の形態の構成例を示している。この実施の形態においては、光学ピックアップ部 1 は、内蔵する 2 つの放射光源としてのレーザチップ 2 1 A、2 1 B（図 2）のうちの一方で所定の波長のレーザ光を発生し、所定の光学系（後述）を介して、光ディスク 4 1 A（例えば C D）または光ディスク 4 1 B（例えば D V D）に集光し、その反射光を、複数の受光部を有するフォトディテクタ（P D）2 8（図 2）で検出し、各受光部の出力信号を P D 出力信号として演算回路 2 に出力するようになされている。

【 0 0 2 9 】演算回路 2 は、P D 出力信号（各受光部の信号）から、光ディスク再生用のデータ検出信号（R F 信号）、光軸方向におけるレーザ光のフォーカスのずれを示すフォーカスエラー信号、および、光ディスクの半径方向のトラッキングのずれを示すトラッキングエラー信号を算出し、データ検出信号を再生回路 3 に出力し、フォーカスエラー信号およびトラッキングエラー信号を制御回路 4 に出力するようになされている。

【 0 0 3 0 】再生回路 3 は、演算回路 2 より供給されたデータ検出信号をイコライズした後、2 値化し、さらに、エラー訂正しながら復調した信号を、再生信号として、所定の装置（図示せず）に出力するようになされて

いる。

【 0 0 3 1 】制御回路 4 は、演算回路 2 より供給されたフォーカスエラー信号に応じて、フォーカスサーボ用アクチュエータ 6 を制御し、光学ピックアップ部 1 の屈折型対物レンズ 2 6（図 2）を光軸方向に移動させ、フォーカスを調整し、演算回路 2 より供給されたトラッキングエラー信号に応じて、トラッキングサーボ用アクチュエータ 7 を制御し、光学ピックアップ部 1 を光ディスク 4 1 A、4 1 B の半径方向に移動させ、トラッキングを調整するようになされている。

【 0 0 3 2 】制御回路 4 は、光源切り換え用回路 8 を制御し、再生するディスクに応じて、光ディスク 4 1 A（C D）を再生するとき、レーザチップ 2 1 A から、第 1 の長さ（例えば 7 8 0 n m）の波長 λ_1 のレーザ光を発生させ、光ディスク 4 1 B（D V D）を再生するとき、レーザチップ 2 1 B から、第 2 の長さ（例えば 6 5 0 n m）の波長 λ_2 のレーザ光を発生させるようになされている。

【 0 0 3 3 】また、制御回路 4 は、モータ 9 を制御し、光ディスク 4 1 A、4 1 B を所定の速度で回転させるようになされている。

【 0 0 3 4 】なお、制御回路 4 は、入力装置 5 からユーザによる操作に応じた信号を受け取ると、その信号に応じて、各回路を制御するようになされている。

【 0 0 3 5 】図 2 と図 3 は、図 1 の光学ピックアップ部 1 の構成例を示しており、図 2 は、光ディスク 4 1 B の再生時における光路を、図 3 は、C D 4 1 A の再生時の光路を、それぞれ示している。複合レーザダイオード 2 1 は、レーザチップ 2 1 A とレーザチップ 2 1 B とを有しており、第 1 の波長 λ_1 のレーザ光を発生するレーザチップ 2 1 A は、屈折型対物レンズ 2 6 の光軸外に配置されており、第 2 の波長 λ_2 のレーザ光を発生するレーザチップ 2 1 B は、屈折型対物レンズ 2 6 の光軸上に配置されている。屈折型対物レンズ 2 6 の光軸上に配置されているレーザチップ 2 1 B は、第 2 の波長 λ_2 のレーザ光をビームスプリッタ（B S）2 3 に入射させるようになされている。

【 0 0 3 6 】屈折型対物レンズ 2 6 の光軸外に配置されているレーザチップ 2 1 A は、第 1 の波長 λ_1 のレーザ光をグレーティング 2 2 A に向けて出射するようになされている。グレーティング 2 2 A は、レーザチップ 2 1 A からのレーザ光を、実質的に所定の本数（例えば 3 本）に分割し、それらのレーザ光をビームスプリッタ（B S）2 3 に入射させるようになされている。

【 0 0 3 7 】B S 2 3 は、グレーティング 2 2 A またはレーザチップ 2 1 B からのレーザ光を透過させ、コリメータレンズ 2 4 に入射させるとともに、コリメータレンズ 2 4 より入射したレーザ光（光ディスク 4 1 A、4 1 B からの反射光）を反射し、マルチレンズ 2 7 を介してフォトディテクタ（P D）2 8 に入射させるようになされ

ている。

【0038】コリメータレンズ24は、BS23からのレーザ光を平行光線に整え、ホログラフィック光学素子(HOE)25に入射させるとともに、ホログラフィック光学素子(HOE)25から入射した平行光線(反射光)を集束光にして、BS23に入射させるようになされている。

【0039】HOE25は、コリメータレンズ24から入射したレーザ光の波長が第2の波長 λ_2 である場合、そのレーザ光を実質的に回折させずにそのまま(0次回折光として)透過し、屈折型対物レンズ26に入射させるようになされている。屈折型対物レンズ26は、入射された波長 λ_2 のレーザ光を光ディスク41Bの記録面に、その基板を介して集光する。屈折型対物レンズ26は、光ディスク41Bの記録面に対して、その基板を介してレーザ光を集光したとき、最適な光スポットを形成するようにそのNAやパワーなどの設計が行われている。

【0040】また、HOE25は、コリメータレンズ24を介して光軸外から入射したレーザ光の-1次回折光(+1次回折光でもよい)を屈折型対物レンズ26の光軸上に案内(合成)する。このとき特別の処置を施さないと、コマ収差が発生してしまう。そこで、HOE25は、このコマ収差を相殺するように最適化がなされている。このため、HOE25は、その輪帯が同心円状ではあるが、偏心した状態で形成されている。なお、この点については、図5を参照して後述する。

【0041】さらに、上述したように、屈折型対物レンズ26は、例えば0.6mmの厚さの基板を有する光ディスク41Bに対して最適化が行われており、光ディスク41Bと異なる、例えば1.2mmの厚さの基板を有する光ディスク41Aにそのまま-1次回折光を集光すると、球面収差が発生する。そこで、HOE25は、この基板の厚さの差に応じて発生する球面収差もキャンセルするように最適化されている。

【0042】また、HOE25は、屈折型対物レンズ26から入射したレーザ光(反射光)の波長が第1の波長 λ_1 である場合、光ディスク41Aの基板の厚さと、光ディスク41Bの基板の厚さとの差に起因する球面収差を補正する角度だけ回折させた-1次回折光を、また、入射したレーザ光(反射光)の波長が第2の波長 λ_2 である場合、そのレーザ光を実質的に回折させずにそのまま(0次回折光を)透過し、それぞれコリメータレンズ24に入射させるようになされている。

【0043】屈折型対物レンズ26は、HOE25で回折したレーザ光を光ディスク41Aの記録面(情報記録層)に回折限界まで集束させるようになされている。また、屈折型対物レンズ26は、光ディスク41A、41Bで反射したレーザ光をHOE25に入射させるようになされている。

【0044】マルチレンズ27は、BS23より入射されたレーザ光にフォーカス制御のための非点収差を与え、ホトディテクタ(PD)28に入射させる。ホトディテクタ(PD)28は、複数の受光部を有し、各受光部において、光ディスク41A、41Bで反射して上述の光学系を介して入射した反射光を電気信号に変換し、その電気信号をPD出力信号として演算回路2に出力するようになされている。

【0045】図4は、ホトディテクタ28のパターンの構成例を表している。同図に示すように、ホトディテクタ28は、CD用の(波長 λ_1 の)反射光を受光するホトディテクタ28Aと、DVD用の(波長 λ_2 の)反射光を受光するホトディテクタ28Bとにより構成されている。CD再生時、そのトラッキングは、いわゆる3ビーム法により行われるようになされているので、ホトディテクタ28Aは、基本的に、受光素子61、62、63により構成されている。演算回路2は、受光素子61の出力と受光素子62の出力の差からトラッキングエラー信号を演算する。また、受光素子63は、受光素子63A乃至63Dに4分割されており、非点収差法に基づくフォーカス制御を行うため、演算回路2は、受光素子63Aと63Cの出力の和と、受光素子63Bと63Dの出力の和の差から、フォーカスエラー信号を演算する。

【0046】これに対して、DVD再生時には、そのトラッキングは、Differential Phase Detection(DPD)法により行われ、かつ、フォーカス制御は、非点収差法により行われるため、受光素子64が受光素子64A乃至64Dに4分割されている。演算回路2は、受光素子64Aと64Cの出力の和と、受光素子64Bと64Dの出力の和の差を演算し、フォーカスエラー信号を生成する。また、受光素子64Aと64Bの和(A+B)と、受光素子64Cと64Dの和(C+D)が求められ、さらにそれらの和((A+B)+(C+D))と差((A+B)-(C+D))の位相差からトラッキングエラー信号が生成される。

【0047】さらに、演算回路2は、CDのデータ検出信号は、受光素子63A乃至63Dの出力の和から求め、DVDのデータ検出信号は、受光素子64A乃至64Dの出力の和から求める。

【0048】ここで、HOE25について、さらに詳述する。HOE25の回折効率特性は、HOE25が入射光に等価的に与える位相差で表すことができる。図5に示すように、HOE25の回折部25Aの回折面に、光軸との交点Oを中心としたx-y座標を設定するとき、球面収差を補正するための位相差関数は、交点Oを頂点とした光軸回りに回転対称特性を有する曲面で表される。この曲面は、図6(A)に示す ϕ_s で表される。この場合、 ϕ_s は、次式で表される。

$$\phi_s = C_1 r^2 + C_2 r^4 + C_3 r^6 + C_4 r^8 + \dots$$

但し、 $r^2 \equiv x^2 + y^2$ であり、 C_1, C_2, \dots は、定数である。

【0049】一方、光軸外に配置されているレーザチップ21Aからの光を光軸上に合成するためのHOE25の位相差関数 ϕg は、図6(B)に示すように直線的特性となり、次式で表される。

$$\phi g = C_0 y$$

なお、 C_0 は、定数である。

【0050】そこで、HOE25は、図6(C)に示すように、光を合成するための機能と球面収差を補正するための機能を合わせ持つ次式で示す位相差関数を有するものとする。

$$\phi = \phi s + \phi g$$

$$= C_0 y + C_1 r^2 + C_2 r^4 + C_3 r^6 + C_4 r^8 + \dots$$

【0051】図7は、HOE25の屈折型対物レンズ26側の表面を拡大して示している。このように、HOE25には、各段の高さが d である4段の階段形状の斜面部を有する鋸波形状の凹凸が同心円状に偏心して形成されている。この凹凸は、光ディスク41Aの記録面上において、最適な光スポットサイズが得られるように、最適な径で（即ち、光ディスク41Aに対して最適なNAになるように）形成されている。

【0052】即ち、HOE25の階段形状の段差部が形成されている範囲の径は、屈折型対物レンズ26のNAより小さい所定の値に設定されており、これにより、波長 λ_1 の光（光ディスク41A）に対するNAが実質的に規定されている。なお、HOE25のコリメータレンズ24側の表面は平面を呈している。

【0053】HOE25の階段形状のピッチは、波長 λ_1 のレーザ光を厚さ t_1 の基板を有する光ディスク41Aに照射した場合に、厚さ t_2 の光ディスク41Bとの基板厚の違いにより発生する球面収差と、波長の違いにより発生する軸上色収差を補正する所望の回折角が得られる値に設定されている。

【0054】また、HOE25の階段形状の段数 N と各段の高さ d （段数 N と高さ d でHOE25の高さ（深さ） $((N-1)d)$ が規定される）は、レーザ光の波長 λ_1, λ_2 の値に応じて設定されている。すなわち、凹凸における階段形状の段数 N は、次の式 $N_0 = \lambda_1 / (q \times \lambda_1 - p \times \lambda_2)$ または $N_0 = \lambda_1 / (p \times \lambda_2 - q \times \lambda_1)$

（ p, q は、所定の正の整数）で算出される N_0 の値（整数）に設定されている。あるいはまた、値 N_0 の近傍の整数であって、波長 λ_1 に対する0次光の回折効率（入射光の光量と出射光の光量の比）が、1次光または-1次光の回折効率より小さくなる場合の値に設定される。要するに、 N と λ_1, λ_2 の関係は、完全に最適化せずとも、実用上問題のない回折効率と迷光量の小ささを実現することができる範囲で設定される。

【0055】さらに、各段の高さ d は、次の式

$$d_0 = p \times \lambda_2 / (n - 1)$$

（ p は、所定の正の整数、 n は、HOE25の屈折率）で算出される d_0 の値に設定されている（ $d = d_0$ ）。あるいはまた、値 d_0 の近傍の値であって、波長 λ_2 に対する0次光の回折効率（入射光の光量と出射光の光量の比）が、1次光と-1次光の回折効率より大きくなる場合の値に設定される。

【0056】例えば、整数 p, q を $p=1, q=1$ として算出された1段の高さが d_0 である N_0 段の凹凸を有するHOE25にレーザ光（平行光線）が入射した場合、HOE25は、各部の厚さに応じて、入射したレーザ光の位相を変化させる。第1の波長 λ_1 のレーザ光が入射した場合、図8(a)に示すように、図7の領域Aを通過したレーザ光を基準として、図7の領域Bを通過したレーザ光には、約 $(3/2)\pi$ ラジアンの位相差を与え、図7の領域Cを通過したレーザ光には、約 $(6/2)\pi$ ラジアンの位相差を与え、図7の領域Dを通過したレーザ光には、約 $(9/2)\pi$ ラジアン

の位相差を与える。【0057】位相差は、 2π ラジアン

の整数倍の位相を加減しても、元の位相差と等価であるので、図8(a)の位相差を図8(b)に示すように書き直すことができる。即ち、波長 λ_1 のレーザ光がHOE25に入射した場合、領域Aを通過したレーザ光を基準として、領域Bを通過したレーザ光には、約 $(1/2)\pi$ ラジアン

の位相差が与えられ、領域Cを通過したレーザ光には、約 π ラジアン

の位相差が与えられ、領域Dを通過したレーザ光には、約 $(3/2)\pi$ ラジアン

の位相差が与えられる。【0058】一方、第2の波長 λ_2 のレーザ光が入射した場合、図9(a)に示すように、図7の領域Aを通過したレーザ光を基準として、図7の領域Bを通過したレーザ光には、約 2π ラジアン

の位相差が与えられ、図7の領域Cを通過したレーザ光には、約 4π ラジアン

の位相差が与えられ、図7の領域Dを通過したレーザ光には、約 6π ラジアン

の位相差が与えられる。【0059】上述したように、位相差は、 2π ラジアン

の整数倍の位相を加減しても、元の位相差と等価であるので、図9(a)の位相差を図9(b)に示すように書き直すことができる。即ち、波長 λ_2 のレーザ光がHOE25に入射した場合、領域A乃至領域Dのうち所定の領域を通過したレーザ光と、他の領域を通過したレーザ光の位相差はほぼゼロである。従って、波長 λ_2 のレーザ光は、HOE25で実質的に回折せずに、そのまま透過する。

【0060】このように、HOE2に対して、一方の波長 λ_1 に対してパワーを持たせ、他方の波長 λ_2 に対してパワーを持たせないようにすることで、それぞれの波

長の光を異なる位置に集束させ、異なる種類の光ディスクを再生する場合における屈折型対物レンズ 26 の移動量（屈折型対物レンズ 26 の先端と光ディスクとの距離（ワーキングディスタンス）の差）を低減させる（例えば 0.2 mm 以内にさせる）ことができる。

【0061】また、屈折型対物レンズ 26 は波長 λ_2 の光を光ディスク 41B に集光するのに最適化されているので、収差は発生しない。さらに、屈折型対物レンズ 26 と光ディスク 41A で発生する波長 λ_1 の光に対する収差は HOE 25 で補正される。従って、いずれの波長の光も各光ディスク上に良好なスポット形状として集光させることができる。

【0062】図 10 は、HOE 25 の回折効率（入射光の光量と出射光の光量の比）の一例を示している。このような特性は、回折部 25A の階段の段数を 4 段（4 ステップ）とし、1 段（1 ステップ）の高さ d を、 $650 / (n - 1)$ nm より若干低い方にシフトさせた状態に形成することで実現される。波長 λ_2 においては、0 次の回折光（即ち、透過光）の回折効率がほぼ 90% を示している。第 2 の波長 λ_2 のレーザ光は、その光量の 90% が、0 次の回折光として HOE 25 を通過（透過）する。

【0063】このように、HOE 25 を通過する際の第 2 の波長 λ_2 のレーザ光の光量の減衰は、10% であるので、HOE 25 を 2 回（光ディスク 41B へ向かうときと、光ディスク 41B から反射してきたとき）通過しても、第 2 の波長 λ_2 のレーザ光の光量は、約 20% しか減衰せず、発生したレーザ光の光量の約 80% を、光ディスクの再生または記録に利用することができる。

【0064】一方、波長 λ_1 においては、-1 次の回折光の回折効率が約 72% を示している。第 1 の波長 λ_1 のレーザ光は、その光量が約 72% に減衰して、-1 次の回折光として HOE 25 を所定の回折角だけ回折して通過する。

【0065】このように、HOE 25 を通過する際、第 1 の波長 λ_1 のレーザ光の光量は、約 72% に減衰するので、HOE 25 を 2 回（光ディスク 41A へ向かうときと、光ディスク 41A から反射してきたとき）通過した後の第 1 の波長 λ_1 のレーザ光の光量は、約 52%（ $= 0.72 \times 0.72 \times 100\%$ ）となるが、光ディスクの記録または再生には十分な光量である。

【0066】なお、レーザチップ 21A、21B で発生するレーザ光の波長帯域は、充分狭く、実質的に単一波長の光と考えることができる。従って、HOE 25 で波長 λ_2 の 0 次光を得ているとき、あるいは、波長 λ_1 の -1 次光を得ているとき、他の次数の不要な回折光は殆ど発生しない。従って、光のエネルギーの利用効率を向上させ、迷光の発生を抑制することができる。

【0067】また、HOE 25 の表面の凹凸を 3 段（ $N = 3$ ）以上にすることにより、光の利用効率（回折効

率）が良好な HOE 25 を作成することができ、特に、4 段以上にすると、上述のようにレーザ光の利用効率（回折効率）が高くなる。2 段にすると、レーザ光の利用効率（回折効率）が低くなるとともに、不要な 1 次の回折光が、再生または記録に利用される -1 次の回折光と同じ回折効率で発生してしまい、迷光となるので好ましくない。

【0068】さらに、2 段だと、波長 λ_1 と λ_2 の間隔が長くなり、波長 λ_1 を 780 nm の近傍に、かつ、波長 λ_2 を 650 nm の近傍に、それぞれ配置することが困難になる。4 段にするとこれらの値の近傍に配置することができる。5 段にした場合、波長 λ_1 と λ_2 をそれぞれ 780 nm または 650 nm に最も近い値にすることができる。ただし、HOE 25 の 4 段の構造は、基板を 2 回マスキングしてエッチングすることにより製造することができるが、5 段の構造は、金型などから製造することが必要となり、コスト高となる。

【0069】次に、図 2 と図 3 の実施の形態の動作について説明する。入力装置 5 を操作して、DVD 41B の再生を指令すると、制御回路 4 は、光源切り換え用回路 8 を制御し、図 2 に示すように、レーザチップ 21B を駆動させ、波長 650 nm のレーザ光を発生させる。このレーザ光は、BS 23 を介して、コリメータレンズ 24 に入射され、平行光に変換される。コリメータレンズ 24 は、このレーザ光を HOE 25 に入射する。

【0070】上述したように、HOE 25 は、入射光の殆ど（90%）をそのまま透過する。すなわち、図 11 に示すように、90% の 0 次回折光を出射する。屈折型対物レンズ 26 は、入射されたレーザ光を集束し、DVD 41B に照射させる。屈折型対物レンズ 26 は、0.6 mm の厚さの基板を介して、この 0 次回折光が DVD 41B の記録面に照射されたとき発生する球面収差を補正するように適正化されている。従って、DVD 41B の記録面には、ほぼ回折限界まで集光された良好な光スポットが形成される。

【0071】DVD 41B の記録面で反射されたレーザ光は、屈折型対物レンズ 26 により集光され、平行光として HOE 25 に入射される。HOE 25 においては、図 12 に示すように、入射されたレーザ光を実質的にそのまま通過させる。すなわち、0 次回折光を出射する。ここでも、90% の回折効率であるため、入射光と反射光の 2 回の回折のため、戻り光のエネルギーは、入射光のエネルギーの約 80%（ $= 0.9 \times 0.9 \times 100\%$ ）となる。

【0072】この戻り光は、コリメータレンズ 24 により集束され、BS 23 に入射される。BS 23 は、入射された光を反射し、マルチレンズ 27 に出射する。マルチレンズ 27 は、入射されたレーザ光に非点収差を与えて、ホトディテクタ 28 に入射させる。

【0073】ホトディテクタ 28 においては、このよう

にしてDVD41Bより反射されて戻ってきたレーザ光が、ホトディテクタ28Bで受光される。演算回路2は、受光素子64Aと64Cの出力の和と、受光素子64Bと64Dの出力の和の差 $((A+C)-(B+D))$ から、フォーカスエラー信号を生成する。また、それぞれの出力の和 $((A+B)+(C+D))$ と差 $((A+B)-(C+D))$ の位相差から、トラッキングエラー信号が生成される。さらに、受光素子64A乃至64Dの出力の和からデータ検出信号が生成される。

【0074】制御回路4は、演算回路2より供給されたフォーカスエラー信号とトラッキングエラー信号に対応して、それぞれフォーカスサーボ用アクチュエータ6とトラッキングサーボ用アクチュエータ7を制御し、フォーカスサーボとトラッキングサーボを制御する。

【0075】また、データ検出信号は、再生回路3に入力され、復調された後、再生信号として図示せぬ回路に出力される。

【0076】一方、入力装置5を制御して、CD41Aの再生を指令すると、制御回路4は、光源切り換え用回路8を制御し、図3に示すように、レーザチップ21Aを駆動し、波長を780nmのレーザ光を出射させる。このレーザ光は、グレーティング22Aに入射され、実質的に3本のレーザ光に分割される(3ビーム法によるトラッキング制御のため)。そして、この3本のレーザ光は、BS23、コリメータレンズ24を介して、HOE25に入射される。

【0077】レーザチップ21Aは、屈折型対物レンズ26の光軸外に配置されているので、このレーザ光は、HOE25に光軸外から入射される。そこで、図13に示すように、このHOE25は、入射されたレーザ光を回折し、入射光の約70%のエネルギーの-1次回折光を光軸上の光として出射する。

【0078】この-1次回折光は、屈折型対物レンズ26により集束され、1.2mmの厚さを有する基板を介して、CD41Aの情報記録面上に集束、照射される。屈折型対物レンズ26は、厚さが0.6mmの基板を有するDVD41Bを再生する場合に、球面収差が相殺されるように最適化が行われている。従って、1.2mmの厚さの基板を有するCD41Aを再生する場合、球面収差が発生してしまう。HOE25は、この球面収差も補正するように設計されている。また、HOE25は、光軸外から入射されてきた光を、光軸上の光として出射する場合に発生するコマ収差を補正するように設計されている。従って、CD41Aの情報記録面上には、レーザ光が、その回折限界まで集光され、最適な光スポットが形成される。

【0079】CD41Aの情報記録面で反射されたレーザ光は、屈折型対物レンズ26により集光され、HOE25に入射される。図14に示すように、HOE25においては、CD41Aの情報記録面上のデータにより変

調されたレーザ光が回折され、-1次回折光として再び光軸外に出射される。この場合にも、-1次回折光は、CD41Aから入射された反射光の約70%のエネルギーのものとなるから、結局、レーザチップ21Aより出射されたレーザ光のエネルギーの約49%($=0.7 \times 0.7 \times 100\%$)が利用されることになる。

【0080】HOE25より出射されたレーザ光は、図3に示すように、光軸外の光路上をコリメータレンズ24に入射され、集束された後、BS23に入射され、そこで反射され、マルチレンズ27に入射される。さらに、マルチレンズ27で非点収差が与えられたレーザ光は、ホトディテクタ28に入射される。

【0081】ホトディテクタ28においては、このレーザ光が、図4に示すホトディテクタ28Aで受光される。グレーティング22Aで3本に分割されたレーザ光のうち、中央のレーザ光の反射光は、受光素子63で受光され、その前後に配置されている2つのレーザ光は、受光素子61と受光素子62で、それぞれ受光される。演算回路2は、受光素子61の出力と62の出力の差からトラッキングエラー信号を生成し、受光素子63Aの出力と63Cの出力の和と、受光素子63Bと63Dの出力の和の差から、フォーカスエラー信号を生成する。また、受光素子63A乃至63Dの出力の和から、データ検出信号を生成する。

【0082】屈折型対物レンズ26の有効瞳半径は、DVD41Bを再生する場合に最適なNA($NA=0.6$)が得られるように定められている。これに対して、CD41Aの最適なNAは、約0.45とされている。そこで、この最適なNAが得られるように、HOE25の回折部25Aの形成されている領域は、屈折型対物レンズ26の有効瞳領域より狭い範囲とされている。その結果、図13に示すように、回折部25Aの外周の回折部25Aが形成されていない領域を透過したレーザ光が、不要光としてCD41Aに入射され、その反射光が、図14に示すように、再び戻ってきて、その一部がホトディテクタ28Aに入射され、サーボ信号などに若干の影響を及ぼすおそれがある。しかしながら、その光量は小さく、またその光は、大きな収差を有するものであるため、実用上殆ど無視することが可能である。

【0083】図2と図3に示した構成を、図32と図33に示した構成と比較して明らかなように、本実施の形態においては、レーザチップ21Bを屈折型対物レンズ26の光軸上に配置し、レーザチップ21Aを光軸外に配置し、その光軸外に配置したレーザチップ21Aからのレーザ光を、HOE25で光軸上に案内するようにしたので、図32と図33に示した光路合成(光軸分割)のためのダイクロイックプリズム113が不要となる。その結果、部品点数を少なくすることができるだけでなく、図32と図33に示すように、2つの放射光源11Aと11Bの両方を光軸上に配置するようにする

と、それぞれをほぼ垂直な関係に配置しなければならないため、装置が大型化してしまうことになるが、2つの光源のうちの一方を光軸外に配置するようにしたので、2つを比較的近接して1つのパッケージ内に配置することができ、より小型化が可能となる。

【0084】図15と図16は、図2と図3に示した光学ピックアップ部をさらに小型化した場合の構成を示している。図15は、DVD41B再生時の光路を示し、図16は、CD41A再生時の光路を示している。この構成例においては、図2と図3におけるグレーティング22A、BS23、コリメータレンズ24、およびマルチレンズ27が省略された構成とされている。そして、さらに、レーザチップ21A、21Bと、ホトディテクタ28が複合レーザカップラ(LC)71としてまとめられた構成とされている。

【0085】そして、CD41Aを再生する場合には、フォーカスエラー信号は、差動同心円法により生成され、トラッキングエラー信号は、プッシュプル法(トップホールドプッシュプル法)により生成される。また、DVD41Bを再生する場合には、フォーカスエラー信号は、CDを再生する場合と同様に、差動同心円法により生成されるが、トラッキングエラー信号は、DPD法により生成される。

【0086】図17は、複合LC71の外観構成を示し、図18は、複合LC71の断面構成を表している。

【0087】これらの図に示すように、レーザチップ21Aと21Bは、ベース72に所定の距離を隔てて固定されている。そして、これらのレーザチップ21Aと21Bより出射されたレーザ光は、マイクロプリズム73の面73Aで反射されて、HOE25、屈折型対物レンズ26を介して、CD41AまたはDVD41Bに照射される。

【0088】そして、これらのCD41AまたはDVD41Bより反射されたレーザ光が、屈折型対物レンズ26、HOE25を介して、複合LC71のマイクロプリズム73に入射される。そして、この入射されたレーザ光は、面73Aからマイクロプリズム73の内部に進出し、マイクロプリズム73の底面に配置されているホトディテクタ28-1上に照射される。また、その一部の光は、ホトディテクタ28-1で反射され、マイクロプ

リズム73の上面73Bの結像点で結像される。この結像点は、発光点としてのレーザチップ21A、21Bと共役な関係の位置にある。そして、結像点で(上面73Bで)反射されたレーザ光が、さらにマイクロプリズム73の底面に設けられているもう1つのホトディテクタ28-2に入射される。

【0089】図19は、マイクロプリズム73の底面に取り付けられているホトディテクタ28-1と28-2の上面から見た構成を示している。同図に示すように、CD信号検出用のホトディテクタ28Aは、ホトディテクタ28-1を構成する受光素子60-1と、ホトディテクタ28-2を構成する受光素子60-2により構成されている。これらの受光素子60-1と60-2は、それぞれ受光素子60-1A乃至60-1Dと、受光素子60-2A乃至60-2Dの4つに分割されている。

【0090】DVD信号検出用のホトディテクタ28Bは、ホトディテクタ28-1を構成する受光素子64-1とホトディテクタ28-2を構成する受光素子64-2により構成されている。受光素子64-1は、受光素子64-1A乃至64-1Hに8分割されており、受光素子64-2は、受光素子64-2A乃至64-2Dに4分割されている。

【0091】演算回路2は、CD信号検出用のホトディテクタ28Aの出力から差動同心円法に基づいてフォーカスエラー信号を生成する場合、次式を演算する。

$$F_1 = (B + C) - (A + D)$$

$$F_2 = (G + F) - (E + H)$$

$$F_3 = F_1 - F_2 = \{ (B + C) - (A + D) \} - \{ (G + F) - (E + H) \}$$

【0092】ジャストフォーカス状態のとき、これらの信号 F_1 乃至 F_3 は、いずれも0となり、ディスクニアのとき、 F_1 と F_3 は、負となり、 F_2 は、正となる。これに対して、ディスクファーのとき、 F_1 と F_3 は、正となり、 F_2 は、負となる。

【0093】プッシュプル方式のトラッキングエラー信号Tは、次式から演算される。

$$T = (A + B + E + F) - (C + D + G + H)$$

【0094】一方、DVD再生時における差動同心円法に基づくフォーカスエラー信号は、CD再生時における場合と同様に、次のように演算される。

$$F_1 = ((B + b) + (C + c)) - ((A + a) + (D + d))$$

$$F_2 = (G + F) - (E + H)$$

$$F_3 = F_1 - F_2$$

$$= \{ ((B + b) + (C + c)) - ((A + a) + (D + d)) \} - \{ (G + F) - (E + H) \}$$

【0095】また、DVD再生時においてDPD法によりトラッキングエラー信号を生成する場合、演算回路2は、次式を演算する。

$$P = A + B$$

$$Q = C + D$$

$$R = c + d$$

$$S = a + b$$

【0096】そして、さらに、 $(P + S) + (Q + R)$ と、 $(P + S) - (Q + R)$ の位相差を検波すること
で、トラッキングエラー信号が生成される。

【0097】図20と図21は、光ピックアップ部1のさらに他の構成例を示している。図20は、DVD再生時における光路を示しており、図21は、CD再生時における光路を表している。その基本的な構成は、図2と図3に示した場合と同様であるが、HOE25の特性と、ホトディテクタ28のパターンの構成が、図2と図3に示した場合と異なっている。

【0098】図22は、図20と図21に示すHOE25の回折効率を示している。この場合においては、1段の高さdは、 $650/(n-1)$ nmより若干高い側にシフトされている。この場合においては、650nmの波長のレーザ光が入射された場合、約87%の光は0次回折光としてそのまま出射される。その他の次数の回折光は、0次回折光に較べて、その強度が充分小さくなっている。

【0099】また、波長が780nmのレーザ光が入射された場合には、その40%程度の光が、-1次回折光としてHOE25により回折を受け、40%程度の光は、0次回折光として、そのままHOE25を透過する。その他の次数の光は、0次回折光または-1次回折光に較べて充分小さくなっている。この場合、CDの光スポットとDVDの光スポットが光学的に同一位置となるように、輪帯形状を最適化し、同一のホトディテクタで信号を検出することができる。

【0100】図23は、図20と図23に示すホトディテクタ28の受光素子のパターンを示している。同図に示すように、この例においては、ホトディテクタ28は、図4に示したCDのレーザ光検出用のホトディテクタ28Aと実質的に同一に形成されている。そして、このホトディテクタ28は、CD用のレーザ光だけでなく、DVD用のレーザ光も受光するようになされている。

【0101】図20に示すように、DVD41Bを再生している場合には、レーザチップ21Bより出射された650nmの波長の光がHOE25に入射されると、その約87%の光が、0次回折光として、屈折型対物レンズ26を介して、DVD41Bに入射される。DVD41Bで反射されたレーザ光は、屈折型対物レンズ26により集束され、再びHOE25に入射される。この場合も、入射されたレーザ光のうち、約87%のレーザ光が、0次回折光として、そのまま出射される。従って、結局、約76%の光が再生に利用されることになる。

【0102】HOE25より出射されたレーザ光は、コリメータレンズ24、PB23、マルチレンズ27を介して、ホトディテクタ28の受光素子63に入射される。演算回路2は、受光素子63A乃至63Cの出力から、非点収差法に基づいて、フォーカスエラー信号を演算し、DPD法に基づいて、トラッキングエラー信号を生成する。

【0103】一方、図21に示すように、780nmのレ

ーザ光がレーザチップ21Aより出射されると、このレーザ光は、グレーティング22Aにより、実質的に3つに分割され、PB23、コリメータレンズ24を介して、HOE25に入射される。HOE25では、図24に示すように、光軸外から入射されたレーザ光のうち、その40%が、-1次回折光として、光軸上に出射され、その約40%が、0次回折光として、そのまま光軸外に出射される。-1次回折光は、HOE25が、コマ収差や非点収差、並びにディスク基板の厚さの違いによる球面収差などを相殺するように最適化されているため、屈折型対物レンズ26を介して、CD41A上に、収差のない良好な光スポットを形成する。なお、このスポットの位置は、DVD用のレーザチップ21Bの発光点と共役な位置になるように定めておく。

【0104】HOE25より出射された-1次回折光は、屈折型対物レンズ26を介して、CD41Aに入射され、そこに記録されている記録データに対応して変調される。その変調光が、CD41Aで反射され、屈折型対物レンズ26で集束されて、再びHOE25に入射される。このとき、図25に示すように、HOE25では、入射された光の40%が、-1次回折光として、光軸外に出射され、その40%が、0次回折光として、そのまま光軸上を透過する。この0次回折光は、コリメータレンズ24、BP23、マルチレンズ27を介して、ホトディテクタ28に入射される。いまの場合、グレーティング22Aにより、光は、実質的に3本に分割されているので、それぞれが受光素子61乃至63により受光される。そして、演算回路2により、フォーカスエラー信号は、非点収差法に基づいて演算され、トラッキングエラー信号は、3ビーム法の原理により生成される。

【0105】この例においては、HOE25を透過し、再生用の光として利用される光のエネルギーは、CD41Aに入射される光の約16%($=0.4 \times 0.4 \times 100\%$)となる。

【0106】図24に示すように、光軸外から入射したレーザ光の40%が0次回折光として、そのままHOE25を透過する。また、HOE25の回折部25Aの外周を透過する光もある。これらの光は、いずれも不要光となるが、その一部は、CD41Aで反射され、図25に示すように、再びHOE25に入射される。HOE25を0次回折光として透過した光の反射光は、HOE25において、再び入射された成分の40%が、0次回折光として、そのままHOE25を透過し、その40%が、-1次回折光として、HOE25より出射される。しかしながら、これらの成分は、いずれも光軸外の成分であるため、ホトディテクタ28には入射されない。また、回折部25Aの外周を透過した成分もホトディテクタ28には入射されないため、これらの信号によりサーボ信号などが悪影響を受けるおそれは少ない。

【0107】この構成例によれば、上述した図2と図3

の構成例より、光量は少なくなるが、迷光も少なくなり、また、ホトディテクタのパターンを簡略化することが可能となる。その結果、より小型化が可能となる。

【0108】図26と図27は、図20と図21に示した光ピックアップ部をより簡略化した場合の構成例を示している。図26は、DVD再生時の光路を表し、図27は、CD再生時の光路を表している。この構成例においても、図20と図21におけるPB23、コリメータレンズ24、およびマルチレンズ27が省略されて、レーザチップ21A、21Bとホトディテクタ28が、複

合LC71として、1つのパッケージ内に収容されている。

【0109】図28は、複合LC71におけるホトディテクタ28のパターンを表している。このパターンは、図19に示したDVD信号検出用ホトディテクタ28Bと実質的に同一の構成とされている。但し、図28に示すパターンでは、DVD用の光だけではなく、CD用の光も受光される。演算回路2は、フォーカスエラー信号は、CD再生時における場合も、DVD再生時における場合も、差動同心円法に基づき求めるが、トラッキング

エラー信号は、CD再生時には、プッシュプル法による演算から生成し、DVD再生時には、DPD法による演算から生成する。

【0110】このように構成することで、図19に示した場合に較べて、CD信号検出用のホトディテクタ28Aが不要となる分、さらに小型化することが可能となる。

【0111】なお、本発明は、再生だけでなく、情報を記録する場合にも適用が可能である。

【0112】

【発明の効果】以上のごとく、請求項1に記載の記録再生装置および請求項13に記載の記録再生方法によれば、異なる長さの波長の光を発生する発生手段の一方を光軸上に配置し、他方を光軸外に配置するようにし、光軸外から入射される光のコマ収差を補正するようにしたので、DVDだけでなく、CD-Rを含むCDを再生することが可能な、より小型の装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の記録再生装置の一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図2】図1の実施の形態の光ピックアップ部1の構成例を示す図である。

【図3】図1の実施の形態の光ピックアップ部1の構成例を示す図である。

【図4】図2のホトディテクタ28の受光素子のパターンを示す図である。

【図5】図2のホログラフィック光学素子25の構成例を示す図である。

【図6】球面収差とコマ収差の補正を説明する図であ

る。

【図7】図2のホログラフィック光学素子25の一例の一部を拡大した断面図である。

【図8】図2のホログラフィック光学素子25を通過した波長 λ_1 のレーザ光の位相特性の一例を示す図である。

【図9】図2のホログラフィック光学素子25を通過した波長 λ_2 のレーザ光の位相特性の一例を示す図である。

【図10】図2のホログラフィック光学素子25の回折効率特性を示す図である。

【図11】図2のホログラフィック光学素子25に第2の波長のレーザ光が入射した場合の動作を説明する図である。

【図12】図2のホログラフィック光学素子25にディスクからの反射光が入射した場合の動作を説明する図である。

【図13】図3のホログラフィック光学素子25に光軸外から光が入射した場合の動作を説明する図である。

【図14】図3のホログラフィック光学素子25にディスクからの反射光が入射された場合の動作を説明する図である。

【図15】図1の実施の形態の光ピックアップ部1の他の構成例を示す図である。

【図16】図1の実施の形態の光ピックアップ部1の他の構成例を示す図である。

【図17】図15の複合LC71の外観の構成を示す斜視図である。

【図18】図15の複合LC71の内部の構成を示す断面図である。

【図19】図15の複合LC71におけるホトディテクタ28のパターンを示す図である。

【図20】図1の実施の形態の光ピックアップ部1のさらに他の構成例を示す図である。

【図21】図1の実施の形態の光ピックアップ部1のさらに他の構成例を示す図である。

【図22】図20のホログラフィック光学素子25の回折効率特性を示す図である。

【図23】図20のホトディテクタ28の受光素子のパターンを示す図である。

【図24】図21のホログラフィック光学素子25に光軸外からの光が入射されたときの動作を説明する図である。

【図25】図21のホログラフィック光学素子25のディスクからの反射光が入射された場合の動作を説明する図である。

【図26】図1の実施の形態の光ピックアップ部1のさらに他の構成例を示す図である。

【図27】図1の実施の形態の光ピックアップ部1のさらに他の構成例を示す図である。

【図 2 8】図 2 6 の複合 LC 7 1 における受光素子のパターンを示す図である。

【図 2 9】従来の二重焦点ホログラフィック光学素子の光路を説明する図である。

【図 3 0】図 2 9 のホログラフィック光学素子 1 0 1 の構成を示す図である。

【図 3 1】図 2 9 のホログラフィック光学素子 1 0 1 に光が入射された場合の動作を説明する図である。

【図 3 2】従来の光ピックアップ部の構成例を示す図である。

【図 3 3】従来の光ピックアップ部の構成例を示す図である。

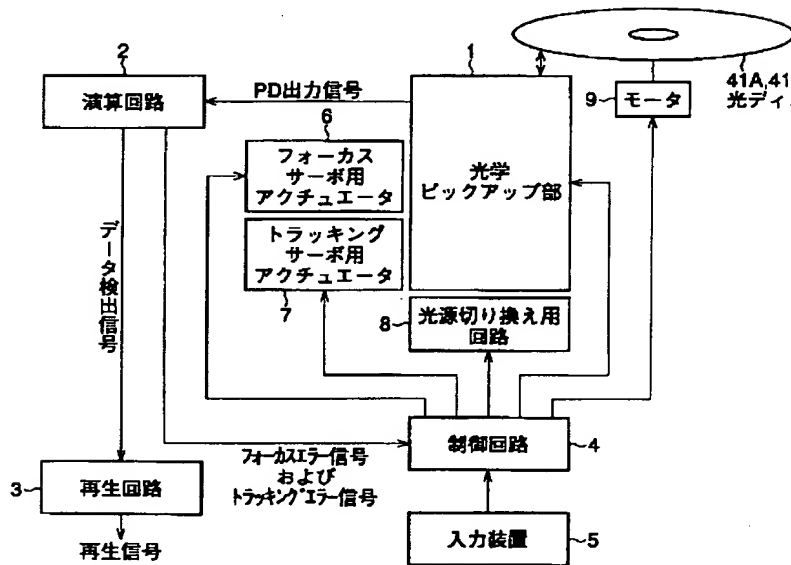
【図 3 4】図 3 2 のホログラフィック光学素子 1 1 7 の動作を説明する図である。

【図 3 5】図 3 3 のホログラフィック光学素子 1 1 7 の動作を説明する図である。

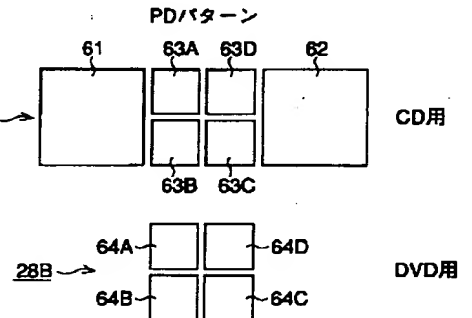
【符号の説明】

- 1 光学ピックアップ部, 2 演算回路, 3 再生回路, 4 制御回路, 5 入力装置, 6 フォーカスサーボ用アクチュエータ, 7 トラッキングサーボ用アクチュエータ, 8 光源切り換え用回路, 9 モータ, 21A, 21B レーザチップ, 22A グレーティング, 23 ビームスプリッタ (BS), 24 コリメータレンズ, 25 ホログラフィック光学素子 (HOE), 26 屈折型対物レンズ, 28 ホトディテクタ (PD), 41A CD, 41B DVD

【図 1】

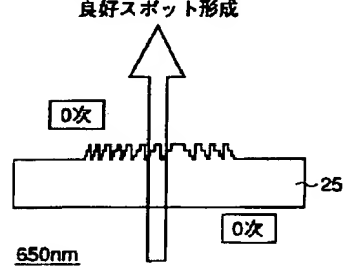


【図 4】

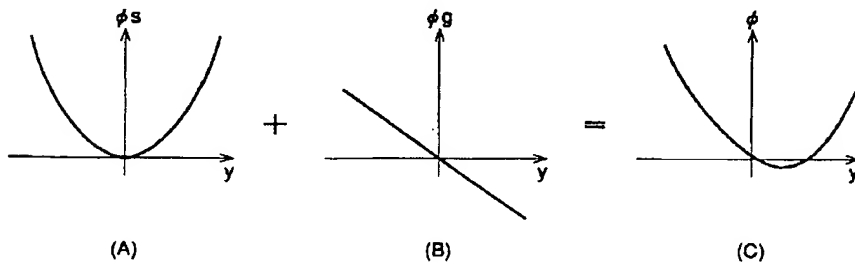


【図 11】

対物レンズ～disk上
良好スポット形成



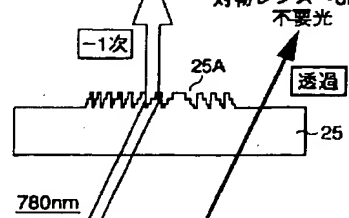
【図 6】



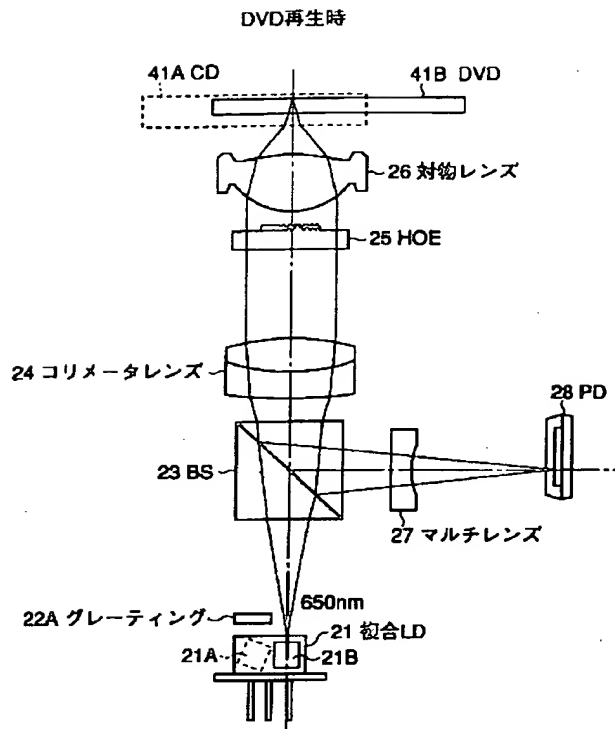
【図 13】

対物レンズ～disk上
良好スポット形成

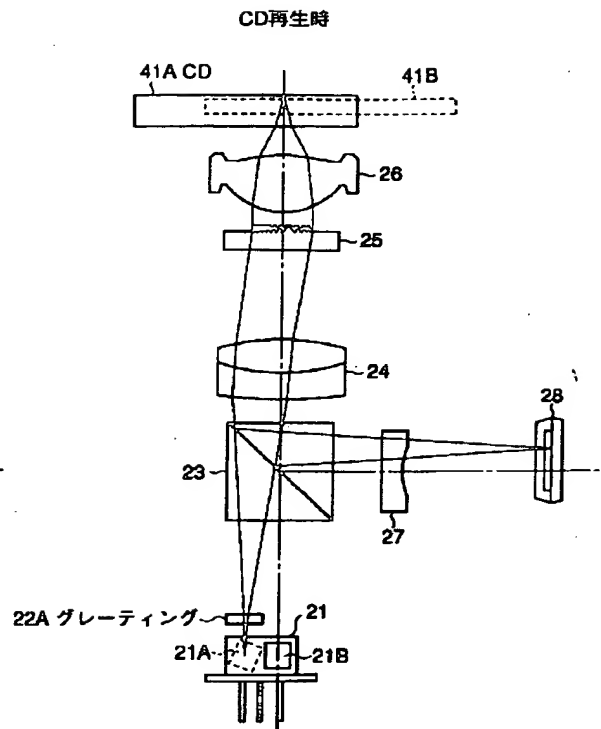
対物レンズ～disk上
不要光



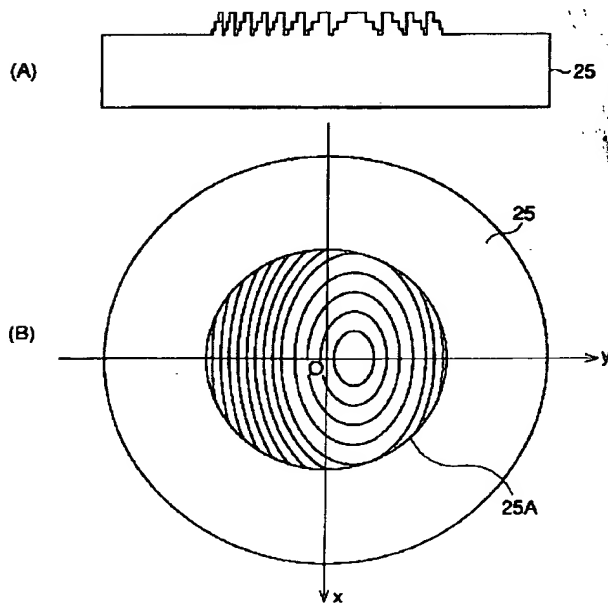
【図 2】



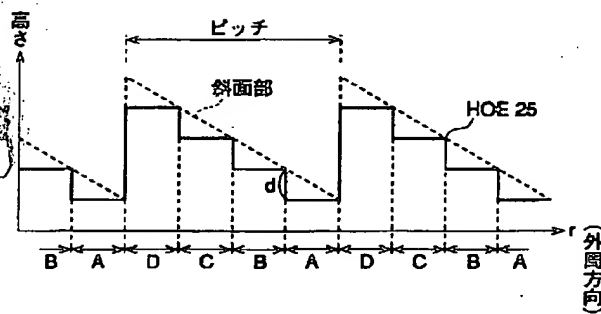
【図 3】



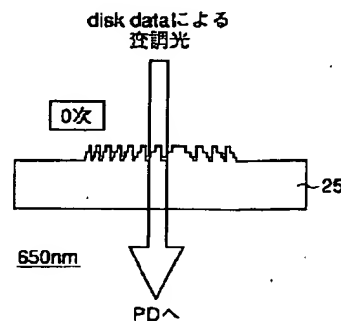
【図 5】



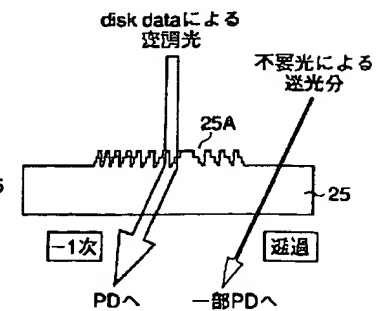
【図 7】



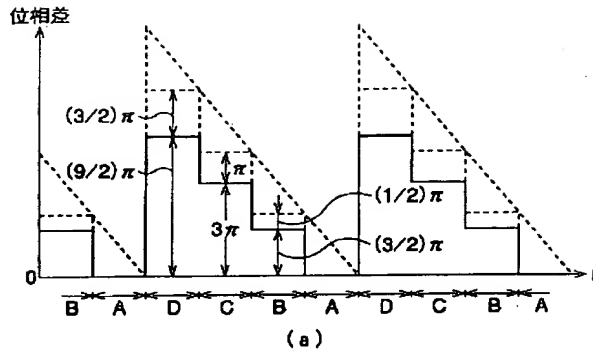
【図 12】



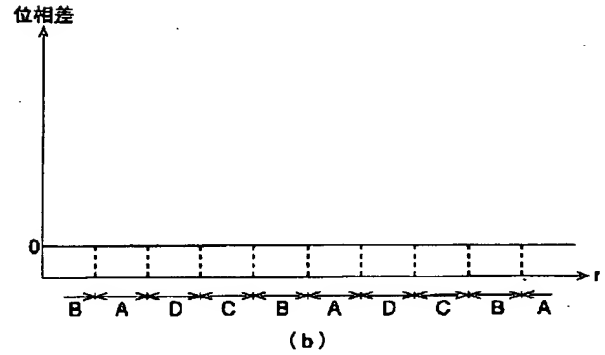
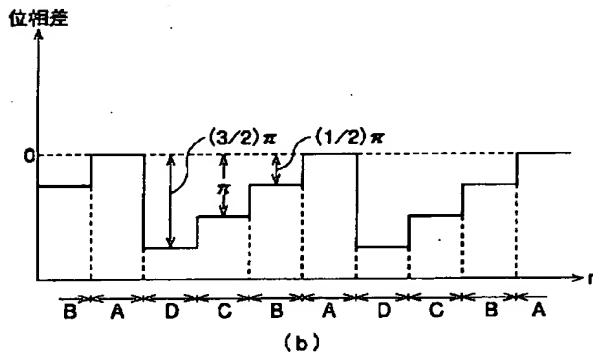
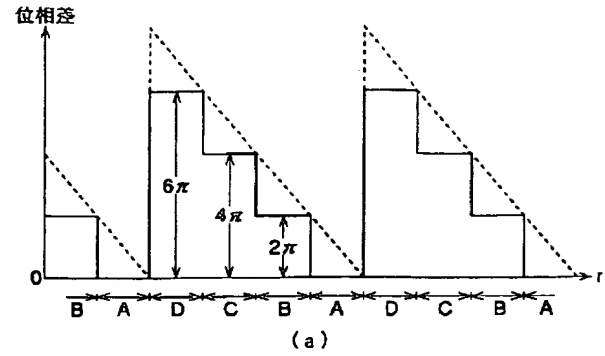
【図 14】



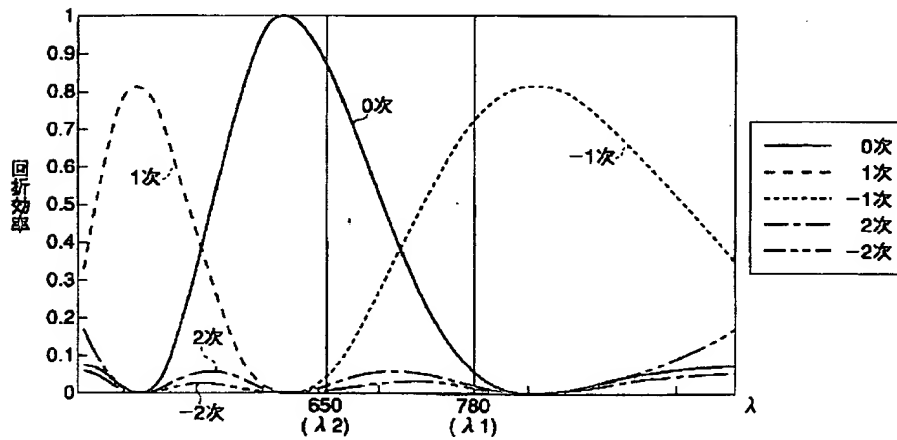
【図8】



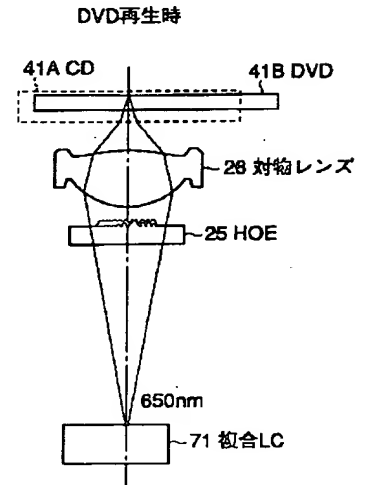
【図9】



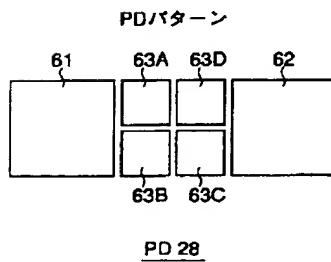
【図10】



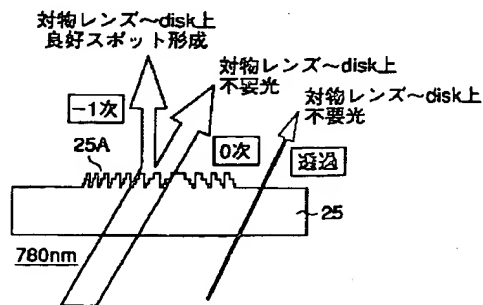
【図15】



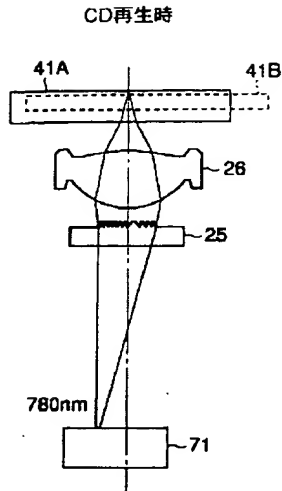
【図23】



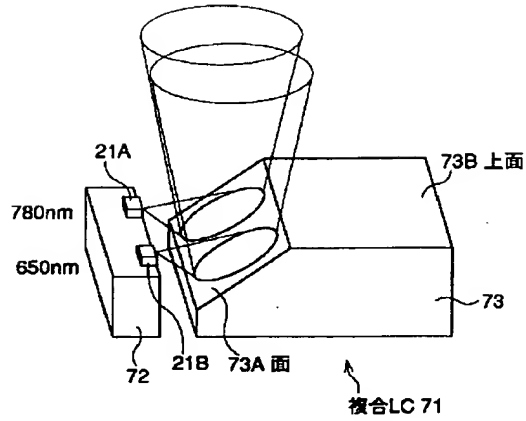
【図24】



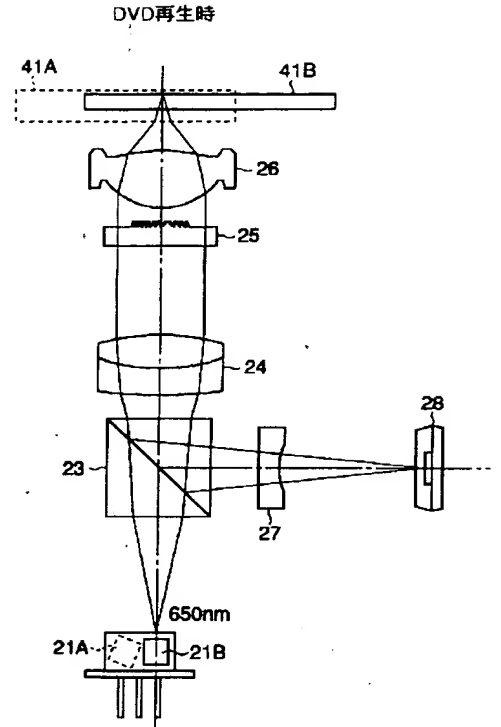
【図 16】



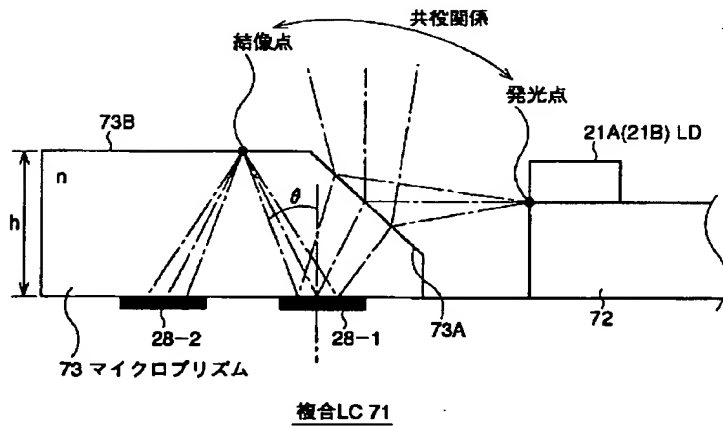
【図 17】



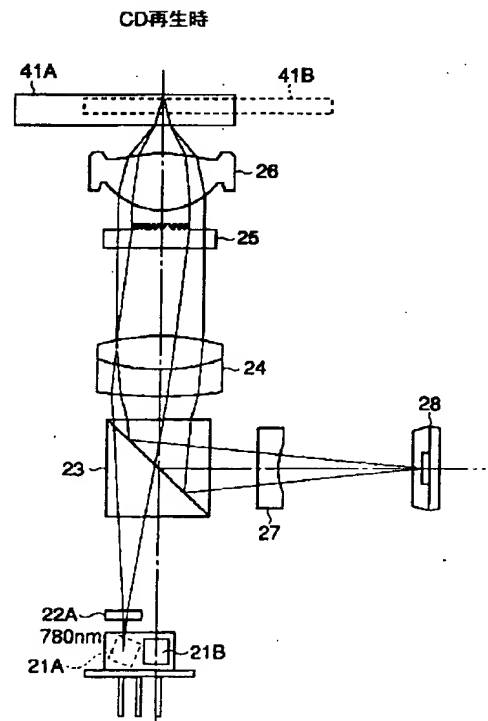
【図 20】



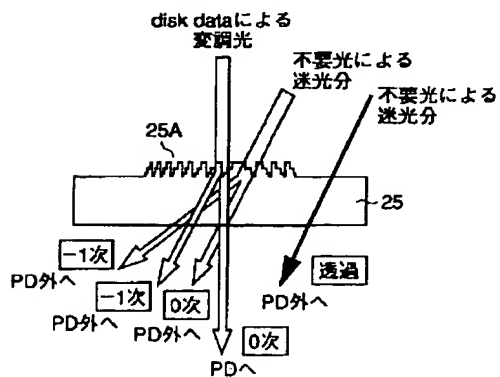
【図 18】



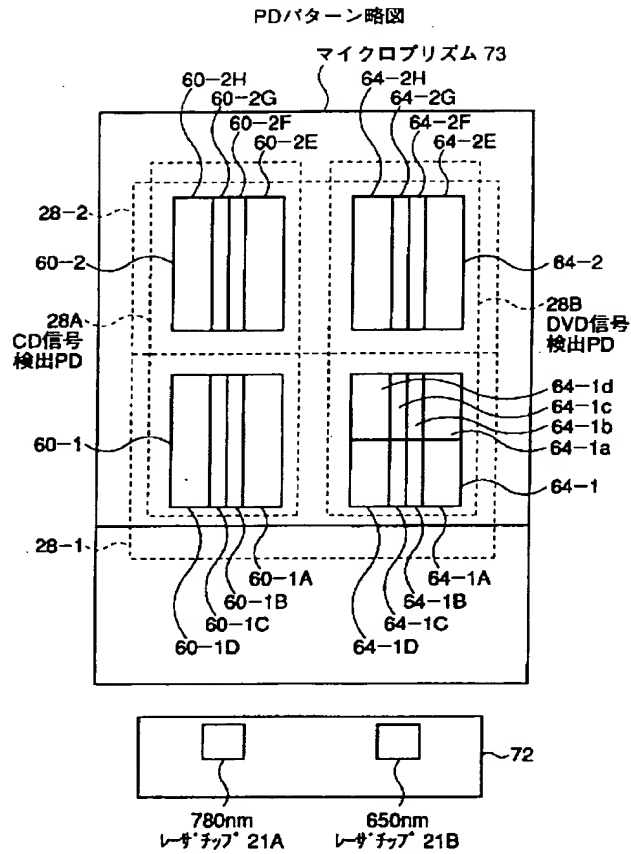
【図 21】



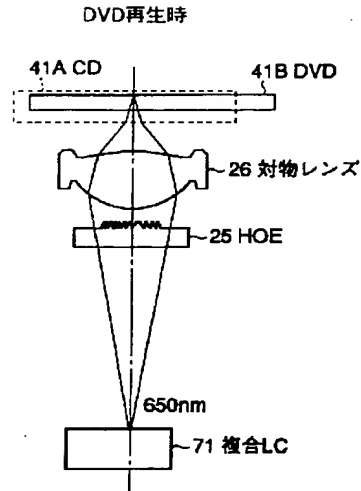
【図 25】



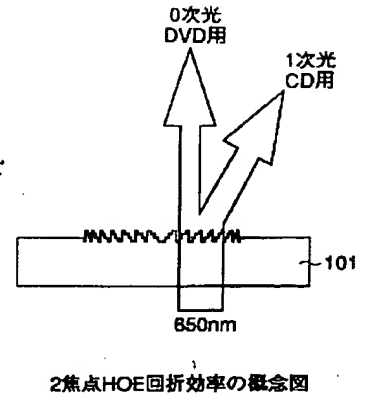
【図19】



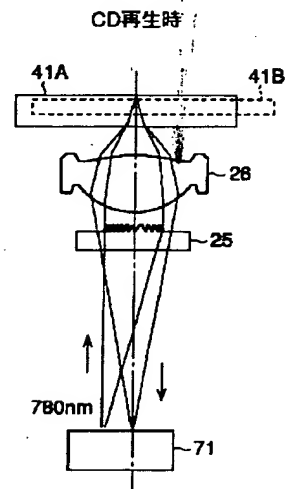
【図26】



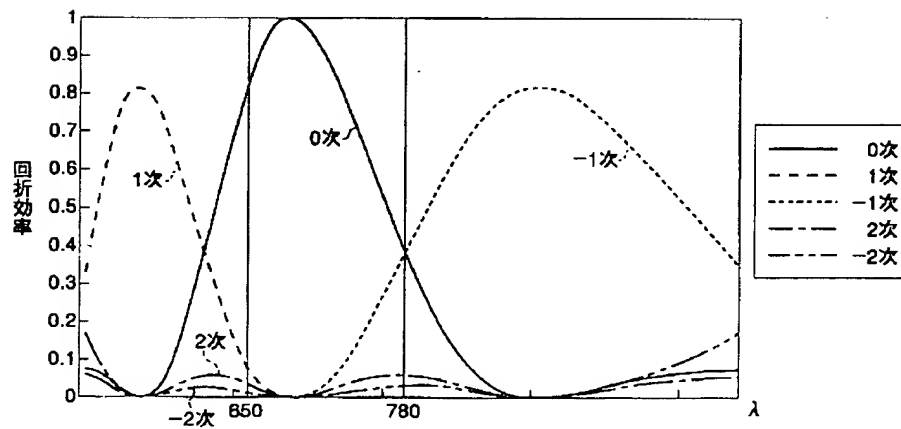
【図31】



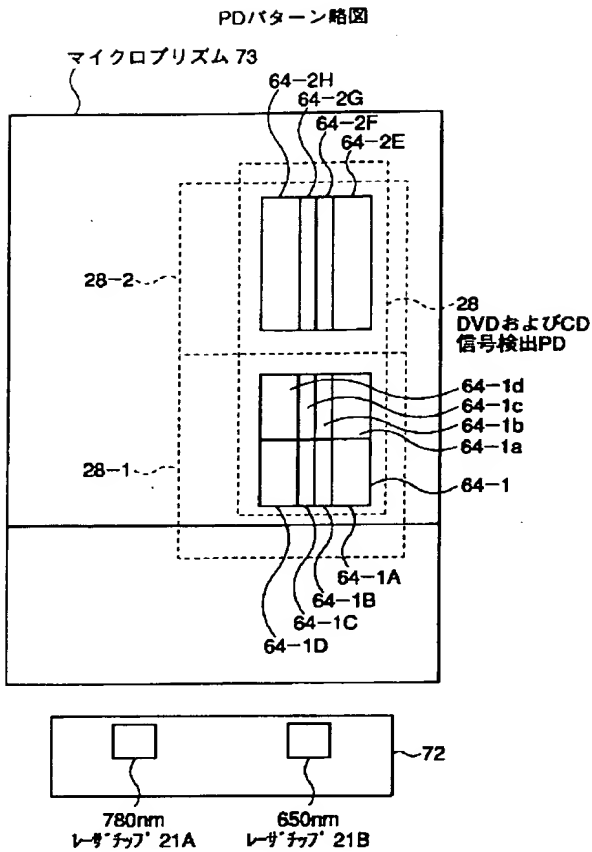
【図27】



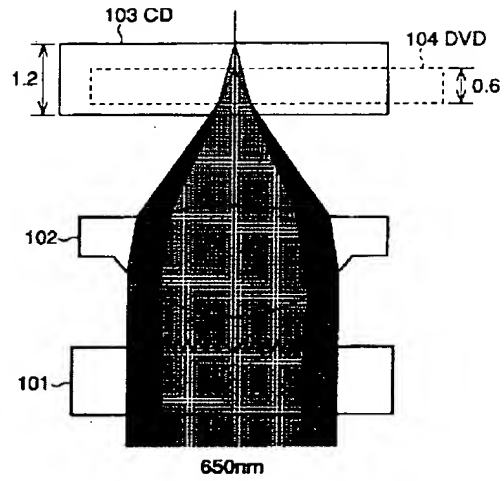
【図22】



【図28】

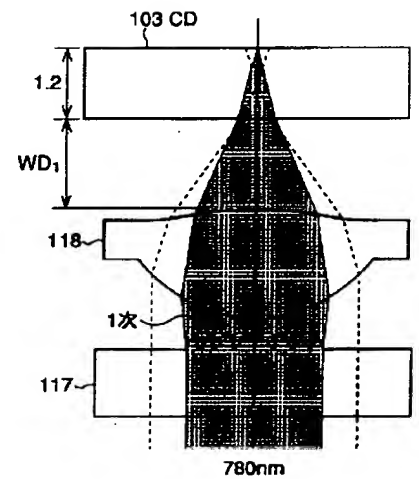


【図29】



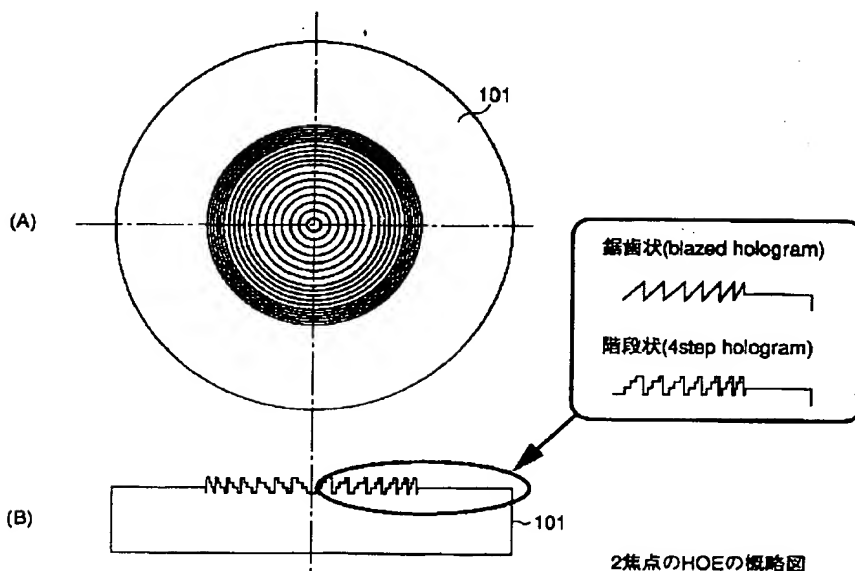
2焦点HOE光路概略図

【図35】

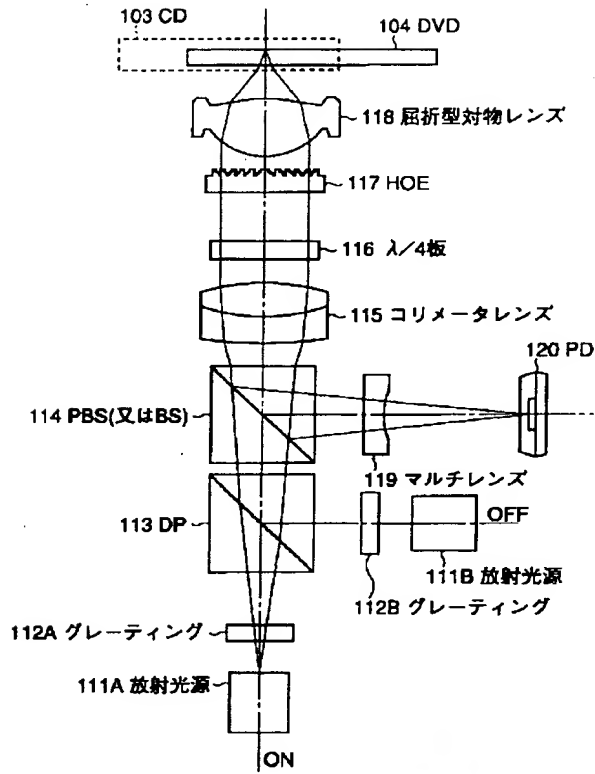


Dichroic HOE対物レンズ光路概略図

【図30】

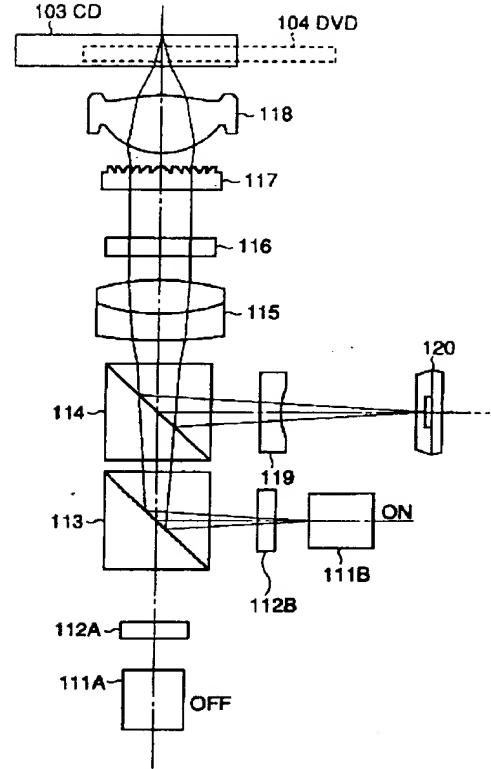


【図 3 2】



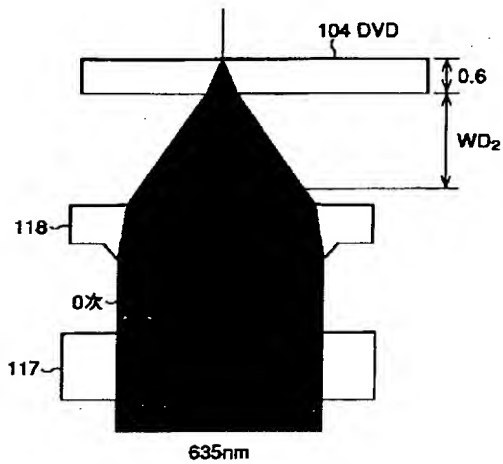
Dichroic HOE OP光路概略図

【図 3 3】



Dichroic HOE OP光路概略図

【図 3 4】



Dichroic HOE対物レンズ光路概略図

フロントページの続き

(72) 発明者 齊藤 公博
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ
ー株式会社内